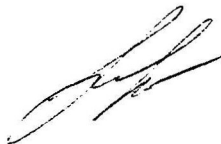


0-793604

На правах рукописи



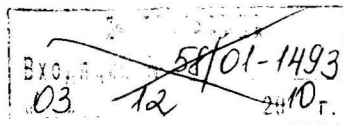
Алексеев Александр Олегович

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ
МНОГОФАКТОРНЫХ РИСКОВ В ЗАДАЧАХ ОБОСНОВАНИЯ
СТАВОК ДИСКОНТИРОВАНИЯ И КАПИТАЛИЗАЦИИ**

Специальность 08.00.13 – «Математические
и инструментальные методы экономики»

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Пермь 2010



Работа выполнена в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Пермский государственный технический университет»

- Научный руководитель** Заслуженный работник Высшей школы РФ
доктор технических наук, профессор
Харитонов Валерий Алексеевич
- Официальные оппоненты** доктор физико-математических наук, профессор
Панюков Анатолий Васильевич
- кандидат экономических наук
Ивлиев Сергей Владимирович
- Ведущая организация** Учреждение Российской академии наук
Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН

Защита состоится 23 декабря 2010 г. в 16.00 часов на заседании диссертационного Совета ДМ 221.189.07 при ГОУ ВПО «Пермский государственный университет» по адресу: 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, зал заседаний Ученого совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Пермского государственного университета, с авторефератом – в библиотеке и на сайте Пермского государственного университета www.psu.ru.

Автореферат разослан 23 ноября 2010 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор экономических наук,
доцент



НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КФУ



0000802295

Малышев Ю.А.

Актуальность темы. Привлекательность инновационных проектов для инвестора и заказчика зависит от соотношения в них показателей доходности и риска.

Для инвестора в инновационных проектах особую важность имеет уровень риска. За последствия, связанные с рисковыми событиями, именно он несет всю полноту ответственности и поэтому вправе требовать дополнительное вознаграждение (премию) за риск. Это удорожает стоимость проекта, что создает проблемы для заказчика в процессе расчетов за предоставленные инвестиции в ходе реализации проекта. В случае необоснованного завышения уровня риска привлекательность проекта для инвестора снижается, и он может оказаться в ситуации упущенной экономической выгоды, отказавшись от финансирования проекта. При занижении уровня риска инвестор получает меньшее вознаграждение, что может осложнить ему несение принятой финансовой ответственности за состоявшиеся рискованные события в другом проекте из инвестиционного портфеля. Таким образом, инвестор заинтересован в повышении степени обоснованности уровня риска в каждом инновационном проекте, исходя из его отношения к рискам вообще как игрока рынка инвестиций.

Заказчика проекта принципиально интересует снижение уровня риска, исходя из субъективных позиций инвестора в отношении риска, вследствие чего для заказчика инновационный проект становится более привлекательным с точки зрения объема выплат инвестору за финансирование проекта. Активная позиция заказчика в вопросе снижения уровня риска становится понятной и делает востребованным решение этой задачи методами управления рисками.

Обе проблемы решаются развитием методов моделирования рисков инновационных проектов с учетом многофакторности рискованных ситуаций и субъективного восприятия инвестором неопределенности, присутствующей в каждом проекте. В основе неопределенности проектов лежит двойственность каждого фактора риска с точки зрения возможности наступления рискованного события и ожидаемых в связи с этим потерь, воспринимаемая лицами, принимающими решения (ЛПР), субъективно, в соответствии с типом ЛПР. Связь двойственности фактора риска связана с уровнем риска и устанавливается функцией свертки.

Описанные отношения между инвестором и заказчиком, связанные с управлением рисками, проявляются при определении ставки дисконтирования денежных потоков, применяемой для пересчета будущих доходов в текущую стоимость и ставки капитализации при определении стоимости бизнеса и недвижимости. Известные технологии моделирования рисков инновационной деятельности не обеспечивают высокую степень обоснованности ставок дисконтирования и ставок капитализации, включая управленческие решения по снижению рисков, в связи с тем, что они не обеспечивают адекватность моделей риска субъективному восприятию прототипом (ЛПР) многофакторности и двойственности риска. Среди известных подходов к моделированию предпочтений наибольший интерес представляют интеллектуальные технологии, описывающие поведение участников инвестиционных процессов в задачах выбора на основе деревьев критериев и матриц свертки и отличающиеся расширенными функциональными возможностями.

Актуальность работы обусловлена необходимостью повышения степени обоснованности ставок дисконтирования и ставок капитализации в инновационной деятельности предприятий с использованием интеллектуальных технологий моделирования многофакторных рисков с учетом их двойственности.

Степень разработанности проблемы. Существенный вклад в теорию риска сделали зарубежные авторы Дж.С. Милль, Дж.Б. Кларк, Э. Янг, Д. Вайнер, Ф.Б. Хоули, Ф.Х. Найт, П. Бернштейн и другие. Среди них следует выделить Ф.Х. Найта, обобщившего различные взгляды на проблему риска и прибыли в целом. По его мнению, проблема должна решаться в виде компенсации (премии) предпринимателям из доли прибыли в связи с ответственностью за возможные последствия рискованных событий. В настоящее время этот прием встречается при определении ставок дисконтирования, однако без достаточного обоснования. В известной работе П. Бернштейна остро поставлены проблемы квантирования, учета двойственности рисков и агрегирования факторов риска. Однако они не нашли своего продолжения в конструктивном плане.

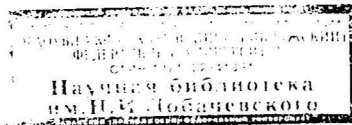
Проблемам обоснования ставок дисконтирования и капитализации в недвижимости посвящали работы отечественные ученые Е.И. Тарасевич, С.В. Грибовский, Н.П. Баринов, И.А. Бузова, В.В. Терехова и др. Анализ их трудов показал, что в настоящее время отсутствует единая терминологическая и методическая база определения ставок дисконтирования и капитализации. Действующая редакция методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов, утвержденных Минэкономики РФ, Минфином РФ и Госстроем РФ от 21 июня 1999 г. № ВК477, не проясняет сложившуюся ситуацию.

Моделирование индивидуальных и коллективных предпочтений на основе деревьев критериев и матриц свертки, играющее ключевую роль в решении проблемы учета субъективизма ЛПР, нашло свое развитие в работах А.В. Щепкина, В.Н. Буркова, Д.А. Новикова, В.А. Харитоновой, А.А. Белых и др. Однако эти авторы практически не коснулись проблем моделирования риска.

Таким образом, на сегодняшний день недостаточно разработаны теоретические и прикладные основы моделирования рисков. До сих пор исследователи затрагивали лишь отдельные аспекты проблемы анализа и управления рисками, не рассматривая ее как целостное явление. Этим обстоятельством объясняется имеющийся спрос на интеллектуальные технологии моделирования многофакторных рисков с учетом их двойственности, способные обеспечить высокую степень обоснованности уровня риска и эффективное управление рисками, что востребовано в инновационной деятельности предприятий. Все вышеизложенное определило цель и задачи, логику построения и содержание диссертационной работы.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является повышение степени обоснованности ставок дисконтирования и ставок капитализации инновационной деятельности с использованием интеллектуальных технологий моделирования двойственности и агрегирования факторов риска.

Реализация поставленной цели определила необходимость решения следующих частных задач:



1. Разработка концепции моделирования многофакторных рисков с учетом их двойственности.

2. Решение задач выбора матриц свертки рискообразующих параметров на множестве канонических матриц и нахождения соответствия между типами ЛПР и матричными моделями двойственности риска.

3. Построение моделей комплексного оценивания многофакторных рисков с учетом их двойственности.

4. Разработка интеллектуальных технологий обоснования ставок дисконтирования и капитализации.

5. Разработка интеллектуальной технологии управления рисками.

Объектом исследования являются предприятия всех организационно-правовых форм.

Предметом исследования является влияние рисков на степень обоснованности инвестиционных решений в области инновационной деятельности предприятий на основе моделей с учетом многофакторности и субъективности рисков.

Теоретической и методологической основой исследования являются труды отечественных и зарубежных ученых в области оценки экономической эффективности инвестиций, оценки собственности и недвижимости, теории риска, теории вероятности, теории нечетких множеств, агрегирования частных критериев в комплексную оценку, моделирования предпочтений, теории дискретной математики и теорий математического анализа.

Область исследования. Диссертационная работа соответствует паспорту научных специальностей ВАК 08.00.13 – математические и инструментальные методы экономики, п. 1.4 «Разработка и исследование моделей и математических методов анализа микроэкономических процессов и систем: отраслей народного хозяйства, фирм и предприятий, домашних хозяйств, рынков, механизмов формирования спроса и потребления, способов количественной оценки предпринимательских рисков и обоснования инвестиционных решений», п. 2.3 «Разработка систем поддержки принятия решений для рационализации организационных структур и оптимизации управления экономикой на всех уровнях».

Научная новизна диссертационной работы. В процессе исследования автором получены следующие научные и практические результаты, являющиеся предметом защиты и определяющие научную новизну работы:

1. Разработана концепция моделирования многофакторных рисков с учетом их двойственности, отличающаяся использованием матричных моделей предпочтений инвесторов в соответствии с их типом с целью повышения привлекательности инновационного проекта для каждого инвестора и заказчика путем достаточного обоснования уровня риска эффективного управления рисками.

2. Решена задача выбора матриц свертки рискообразующих параметров на множестве канонических матриц. Решение отличается целенаправленным перебором вариантов топологии конструируемых матриц свертки в соответствии с типами ЛПР методом ветвей и границ, связанных с условиями каноничности матриц свертки данного класса и отношением функционального соответствия между типами ЛПР и матричными моделями двойственности риска.

3. Построена модель комплексного оценивания многофакторных рисков с учетом их двойственности на основе модифицированного метода взвешен-

ных коэффициентов, отличающаяся тем, что их значения устанавливаются набором уровней однофакторных рисков, который расширяется по рискообразующим параметрам процедурой линеаризации матричной свертки.

4. Разработаны интеллектуальные технологии обоснования ставок дисконтирования и капитализации, отличающиеся формированием поправок на риск с использованием комплексной оценки риска и процедуры согласования стандартной шкалы комплексного оценивания со шкалами поправок на риск инвестора и заказчика.

5. Разработана интеллектуальная технология управления рисками, отличающаяся оптимизацией расходов заказчика по снижению уровня риска в рамках предпочтений инвестора.

Теоретическая и практическая значимость исследования.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии теории риска по направлениям квантирования рисков: моделирования однофакторных рисков с учетом их двойственности на основе нелинейных (матричных) сверток в соответствии с типом ЛППР и агрегирования многофакторных рисков на основе модифицированного метода взвешенных коэффициентов, устанавливаемых набором уровней однофакторных рисков.

Практическая значимость диссертации определяется возможностью использования интеллектуальных технологий моделирования многофакторных рисков в задачах повышения степени обоснованности ставок дисконтирования проектов и ставок капитализации объектов недвижимости в инновационной деятельности предприятий.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались на:

- международных научно-практических конференциях «Теория активных систем – 2007, 2009», г. Москва, Россия, 8–9 октября 2007 г., 17–19 октября 2009 г.;

- семинарах «Теория управления организационными системами» в Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, г. Москва, 11 декабря 2008 г., 18 октября 2009 г.;

- научно-практических конференциях студентов, аспирантов, молодых ученых строительного факультета ПГТУ «Строительство, Архитектура. Теория и практика», г. Пермь, 4 декабря 2007 г., 10–11 декабря 2008 г., 16–17 декабря 2009 г.;

- Всероссийской научно-практической конференции «Инновационный потенциал аграрной науки – основа развития АПК», г. Пермь, 21 ноября 2008 г.;

- семинаре «Лаборатории конструктивных методов исследования динамических моделей» кафедры Информационные технологии и математические методы в экономике ПГУ, г. Пермь, 20 мая 2009 г., 29 сентября 2010 г.;

- VI Всероссийской школе-семинаре молодых ученых «Управление большими системами-2009», г. Ижевск, 31 августа – 5 сентября 2009 г.;

- Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы экономики и управления на предприятиях машиностроения, нефтяной и газовой промышленности в условиях инновационно-ориентированной экономики», г. Пермь, 27–28 сентября 2009 г.;

- VIII конкурсе научных докладов по гуманитарным наукам аспирантов ПГТУ, г. Пермь, 4 ноября 2009 г. (получен диплом);

- семинаре Пермского научно-образовательного центра проблем управления (на базе ПГТУ), г. Пермь, 11 февраля 2010 г.;

- Всероссийском конкурсе молодых ученых по теории управления и ее приложениям, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, г. Москва, 1 мая 2010 г. (получен диплом);

- VII Международной школе-конференции молодых ученых «Управление большими системами 2010», г. Пермь, Россия, 27–29 мая 2010 г. (получен диплом).

Результаты исследования реализованы в деятельности группы строительных компаний ООО «Трест первый» г. Перми, а также ЗАО АКБ «Транскапиталбанк» Пермский филиал.

Основные положения диссертации используются в учебном процессе Пермского государственного технического университета и Пермской государственной сельскохозяйственной академии им. Д.А. Прянишникова и включены в методические рекомендации по выполнению индивидуальных научно-исследовательских работ студентов «Моделирование и учет многофакторных рисков при решении проблем урбанистики», включенной в образовательную программу подготовки специалистов по направлению 270115.65 «Экспертиза и управление недвижимостью» и магистров по направлению 270100.68 «Строительство» по магистерской программе «Технологии управления недвижимостью».

Публикации. Основные результаты диссертации опубликованы в 21 научной работе (в соавторстве 17), в том числе свидетельство о регистрации программы для ЭВМ, 5 работ – в ведущих рецензируемых журналах, определенных Высшей аттестационной комиссией (общий объем указанных публикаций составил более 4 п.л.).

Структура работы. Работа изложена на 128 страницах машинописного текста, состоит из введения, трех глав, заключения и приложения. Работа иллюстрирована 10 таблицами, 26 рисунками. Библиографический список содержит 137 наименований литературных источников.

Во **введении** обоснована актуальность исследуемой проблемы, сформулированы цель работы, объект и предмет исследования, научная новизна и практическая значимость полученных результатов, их апробация.

В **первой главе – «Анализ проблемы моделирования рисков»** – произведен ретроспективный анализ динамики изменения парадигмы моделирования рисков в сторону повышения актуальности учета двойственности и многофакторности рисков в современных условиях. Обоснован выбор нелинейных матричных сверток в качестве математического инструмента исследования. Разработана концепция моделирования многофакторных рисков с учетом их двойственности и на этой основе сформулированы частные задачи исследования.

Во **второй главе – «Интеллектуальные технологии разработки моделей многофакторных рисков»** – предложена матричная модель двойственности риска с учетом типа ЛПР и разработан алгоритм идентификации, соответствующий типам ЛПР. Описана процедура сертификации матриц как средство проверки их адекватности типу ЛПР. Разработана модель многофакторных рисков с учетом их двойственности на основе модифицированного метода взвешенных коэффициентов.

В третьей главе – «Интеллектуальные технологии обоснования ставок дисконтирования и ставки капитализации» – анализируются современные кумулятивные методы определения ставок дисконтирования и капитализации. Предложены интеллектуальные технологии обоснования ставок дисконтирования и капитализации на основе агрегирования комплексного уровня риска с уровнем премирования и согласования стандартной шкалы комплексного оценивания со шкалами инвестора и заказчика. Разработана интеллектуальная технология управления рисками, отличающаяся решением задачи оптимизации расходов заказчика.

В заключении содержатся основные выводы теоретического и практического характера, намечены возможные направления дальнейших исследований.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ

1. Разработана концепция моделирования многофакторных рисков с учетом их двойственности, отличающаяся использованием матричных моделей предпочтений инвесторов в соответствии с их типом с целью повышения привлекательности инновационного проекта для каждого инвестора и заказчика путем достаточного обоснования уровня риска эффективного управления рисками.

Проведенный анализ состояния проблемы выявил узкие места в теории и практике моделирования многофакторных рисков (табл. 1), что нашло свое отражение в новой концепции.

Концепция моделирования рисков инновационной деятельности:

Принцип 1. Риски следует рассматривать как неизбежное обстоятельство принятия инновационных решений, отличающихся большой неопределенностью.

Принцип 2. Количественная оценка рисков необходима как неотъемлемая составляющая обоснования инвестиционных решений в инновационной деятельности, отражающая привлекательность проектов для инвестора и заказчика.

Принцип 3. Повышения инвестиционной привлекательности проектов для инвестора можно добиться высокой степенью обоснования уровня риска инновационных проектов.

Принцип 4. Повышения инвестиционной привлекательности проектов для заказчика следует достигать на пути эффективного управления рисками (снижения уровня риска).

Принцип 5. Полное решение поставленной задачи требует одновременного учета всех существенных факторов риска, т.е. разработки многофакторной модели рисков.

Принцип 6. Каждый риск должен рассматриваться с позиции двойственности: возможности возникновения рискового события и размера ущерба в случае наступления рискового события.

Принцип 7. Моделирование рисков с учетом их двойственности приводит к неизбежному проявлению субъективизма лицом, принимающим решение.

Принцип 8. Решение задачи учета двойственности риска лежит в плоскости моделирования предпочтений ЛПР.

Принцип 9. Для количественного оценивания (квантирования) риска предварительно необходимо решить задачу выбора модели оценивания риска (модели риска).

Принцип 10. Высокие требования к функциональным возможностям моделей риска позволяют сделать выбор в пользу нелинейных матричных моде-

лей предпочтений ЛПР, придающих технологиям моделирования рисков статус интеллектуальных.

Таблица 1

Динамика изменения парадигмы моделирования рисков

Этапы развития парадигмы моделирования рисков	Содержание парадигмы		
	Характеристика развития математических и инструментальных средств	Постановка задачи моделирования рисков	Методы управления рисками
До XII века	Римская система счисления. Целочисленная арифметика. Абак	Вычисление размеров возможных прибыли и потерь	Оккультизм
XII–XVII века	Арабская система счисления. Арифметические операции над дробными числами. Счеты	Вычисление соотношения возможных прибылей и потерь	Методы резервирования
XVII–XIX века	Теория вероятности, статистика, открытие регрессии. Механические вычислительные устройства ВУ	Моделирование числовых характеристик рисков событий	Инструменты страхования
XIX век – первая пол. XX века	Аддитивные методы агрегирования. Электромеханические ВУ	Моделирование комплексного уровня риска аддитивными методами	Развитие инструментов страхования, хеджирование, фьючерсы и др.
Вторая половина XX века	Теории игр, принятия решений, исследования операций. Теория нечетких множеств. Агрегирование с учетом человеческого фактора. ЭВМ	Моделирование двойственности и многофакторных рисков инновационной и другой деятельности	Обоснование ставок дисконтирования и капитализации

Принцип 11. Моделирование предпочтений ЛПР относительно двойственности риска должно выполняться при минимальных требованиях к специальной подготовке респондентов.

Принцип 12. Наименьшим требованием к специальной подготовке носителя предпочтений является установление сюррективного соответствия между прототипами и каноническими матрицами свертки.

Принцип 13. Иерархические модели многофакторных рисков функционально более соответствуют задаче управления рисками, но усложняют работу экспертов на этапе разработки модели, поэтому моделирование многофакторных рисков следует выполнять на основе универсальной бинарной матрицы свертки рискообразующих параметров с привлечением модифицированного метода взвешенных коэффициентов.

Принцип 14. Интеллектуальные технологии как совокупность методически отработанных процессов и методов моделирования многофакторных рисков обеспечивают конструктивность процедуры обоснования ставок дисконтирования и ставок капитализации в инвестиционной деятельности предприятий. Методологически целесообразно разделить на два этапа технологию: разработка модели многофакторного риска и оценивание рисков, включая назначение поправок на риски.

Принцип 15. Использование интеллектуальных технологий управления рисками должно ставить своей целью минимизацию расходов заказчика на выполнение проектов в условиях неопределенности (риска).

На основании этих принципов обоснован состав частных задач исследования, направленных на обоснование уровня риска и оптимизацию расходов на управление рисками в соответствии с предпочтениями ЛПР.

2. Решена задача выбора матриц свертки рискообразующих параметров на множестве канонических матриц. Решение отличается целенаправленным перебором вариантов топологии конструируемых матриц свертки в соответствии с типами ЛПР методом ветвей и границ, связанных с условиями каноничности матриц свертки данного класса, и отношением функционального соответствия между типами ЛПР и матричными моделями двойственности риска.

В качестве модели двойственности риска выбрана бинарная матричная свертка рискообразующих параметров.

Методом ветвей и границ решена задача выбора матричных моделей возможных предпочтений ЛПР по отношению к двойственности риска: возможности возникновения рискового события $X_R(P)$ и уровня ущерба $X_C(C)$ в случае наступления рискового события. Перечисление элементов множества допустимых матричных моделей осуществляется перебором топологий (конструированием вариантов заполнения главной диагонали, а затем ее боковых элементов (рис. 1)) матриц свертки. Неперспективные продолжения перебора исключаются выполнением требования каноничности объектов конструирования.

В результате решения задачи выбора матриц свертки, подходящих для моделирования двойственности риска, исходная мощность множества уменьшена с 1236 (полное множество канонических матриц свертки) до 48.

Задача нахождения соответствия между типами ЛПР и моделями двойственности риска решена на основе введенных характеристик несимметричности N (1) и неравномерности (оптимистичности) O (2) заполнения матриц свертки, определяющих стратегию поведения ЛПР.

$$N = \frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 (m_{ij} - m_{ji}) - \sum_{i=1}^4 (m_{ii} - m_{jj}) \right), \quad N = \overline{-10, 10} \quad (1)$$

$$O = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 m_{ij}, \quad O = \overline{27, 37} \quad (2)$$

где m_{ij}, m_{ji} – произвольные элементы матрицы свертки.

Значение характеристики несимметричности $N = -10$ свидетельствует о полном приоритете уровня возможности наступления рискового события $X_R(P)$ над уровнем ущерба $X_C(C)$. Это проявляется в превышении, хотя бы на единицу,

значения свертки в любом элементе m_{ij} правой половины матрицы значения свертки в симметричном ему элементе m_{ji} в левой половине матрицы. Пошаговое увеличение N от -10 до 0 приводит к постепенному уменьшению приоритета $X_P(P)$ на величину 5% (1, отнесенная к длине интервала $[-10, 10]$) до его полного исчезновения. Дальнейшее увеличение N от 0 до 10 приводит к постепенному росту приоритета уровня ущерба $X_C(C)$. Таким образом, данная характеристика обозначает приоритет одного из критериев над другим, что может служить выражением в процентах отношения респондента к степени влияния рискообразующих параметров на формирование уровня риска (табл. 2).

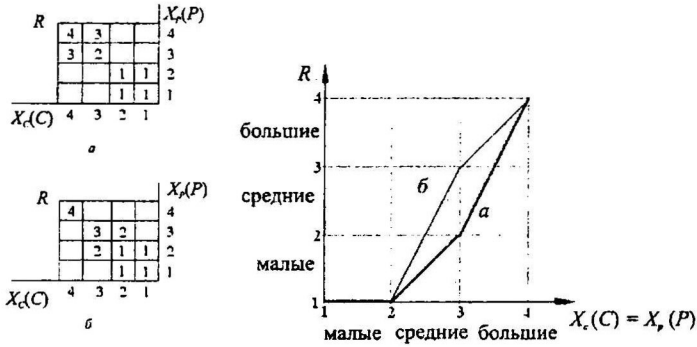


Рис. 1. Конструирование допустимых вариантов свертки моделей двойственности риска: а – ЛПР, более склонное к риску; б – ЛПР, менее склонное к риску

Таблица 2

Соответствие отношения ЛПР к характеристике несимметричности

N	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
Приоритет $X_P(P)(100 - X_C(C))$, %	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Приоритет $X_P(P)(100 - X_C(C))$, %		45	40	35	30	25	20	15	10	5	0

Аналогично рассуждение приводит к табл. 3, позволяющей выяснить отношение респондента к значению востребованной характеристике оптимистичности. Для определения матрицы, соответствующей типу респондента, достаточно выяснить его мнение в количественной форме по сопутствующим параметрам, находящимся в соответствии с множеством моделей двойственности риска.

Таблица 3

Соответствие отношения ЛПР к характеристике оптимистичности

Доля оптимизма эксперта, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
O	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37

Для подтверждения лицом, принимающим решение, соответствия матрицы двойственности риска его типу предлагается использовать механизм сертификации моделей предпочтений, описывающий интегральную степень влияния частных критериев на комплексную оценку в зависимости от набора

стандартных функций свертки в составе топологической интерпретации матрицы риска (рис. 2).

Сертификат матрицы свертки, представленной на рис. 2 и взятой в качестве иллюстративного примера, выглядит следующим образом (рис. 3).

Табличная форма сертификата сворачивается в строку или столбец посредством поэлементного суммирования, что может стать дополнительной информацией при подтверждении правильности выбора матрицы.

В первом случае (рис. 4, а), новая форма сертификата описывает влияние отдельного критерия на диапазоны варьирования комплексной оценки.

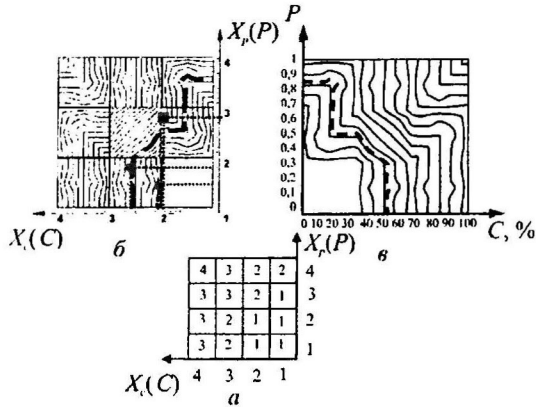


Рис. 2. Топологическое представление матрицы риска (а); $N = 3$ и $M = 34$, в качественной (б) и в физической (в) шкалах

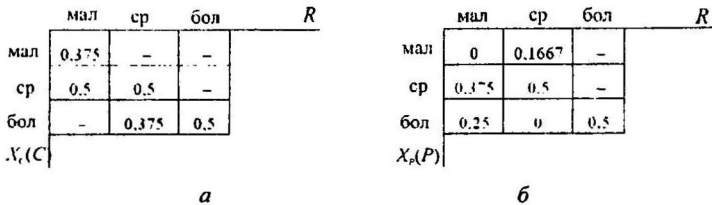


Рис. 3. Сертификат влияния: а – уровня ущерба на уровень риска; б – уровня возможности наступления рискового события на уровень риска

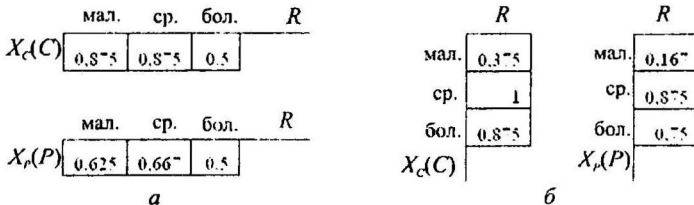


Рис. 4. Сертификаты-строки (а); сертификаты-столбцы (б)

Во втором случае (рис. 4, б) иллюстрируется степень влияния отдельных областей варьирования частного критерия на комплексную оценку в целом.

3. Построена модель комплексного оценивания многофакторных рисков с учетом их двойственности на основе модифицированного метода взвешенных коэффициентов, отличающаяся тем, что их значения устанавливаются набором уровней однофакторных рисков, который расширяется по рискообразующим параметрам процедурой линеаризации матричной свертки.

Ввиду сложности экспертного обоснования матриц верхних уровней в иерархической модели многофакторных рисков предлагается задачу качественного анализа рисков решать с помощью набора уровней однофакторных рисков на универсальной бинарной матрице риска. В этом случае может быть получен более простой инструмент качественного анализа, сохраняющий способность учитывать как двойственность, так и многофакторность рисков. Для этого необходимо принять допущение об отсутствии у ЛПП предвзятости к тем или иным факторам риска.

Для построения линейной модели комплексного оценивания (КО) уровня риска устанавливаются значения взвешенных коэффициентов по результатам оценивания уровней риска с помощью универсальной бинарной матрицы риска по всем факторам риска (см. рис. 3), табл. 4. Тогда комплексный (интегральный) уровень R риска определится в соответствии с соотношением (3):

$$R = \sum_{i=1}^n k_i R_i, \quad \forall k_i \in (0,1), \quad \sum_{i=1}^n k_i = 1, \quad k_i = R_i^* / \sum_{i=1}^n R_i^*. \quad (3)$$

Таблица 4

Оценивание уровней риска с помощью универсальной матрицы

Факторы риска l	C_l	$X_c(C_l)$	P_l	$X_p(P_l)$	R_l
Фактор № 1	0,53	2,59	0,27	1,81	1,59
Фактор № 2	0,35	2,05	0,13	1,39	1,08
Фактор № 3	0,33	1,99	0,62	2,86	1,86

Выражение линейной модели комплексного оценивания риска для примера (рис. 3, табл. 4) принимает вид $R = 0,35 \cdot R_1 + 0,24 \cdot R_2 + 0,41 \cdot R_3$.

Полученную линейную модель комплексного оценивания риска предлагается расширить по рискообразующим параметрам процедурой линеаризации матричной модели двойственности риска в точках оценивания уровней риска по каждому фактору. Решение задачи расширения линейной модели комплексного оценивания связано с представлением линейной модели комплексного оценивания уровня риска (3) в приращениях через дифференциал функции $R(X_p, X_c)$ в окрестности текущих значений уровней риска (4), (5).

$$\Delta R_l = \frac{\partial R_l^{(M)}}{\partial X_p} \Delta X_p(\Delta P_l) + \frac{\partial R_l^{(M)}}{\partial X_c} \Delta X_c(\Delta C_l) = j_{p_l} \Delta X_p(\Delta P_l) + j_{c_l} \Delta X_c(\Delta C_l) \quad (4)$$

$$\Delta R = \sum_{i=1}^n (k'_i \Delta X_p(\Delta P_i) + k''_i \Delta X_c(\Delta C_i)) \quad (5)$$

в окрестности текущих уровней риска $\{X_p(P^*_i); X_c(C^*_i), i = \overline{1, n}\}$, где основное внимание уделено определению коэффициентов при линейных членах.

Для избежания погрешностей численного дифференцирования коэффициенты j_{P_i} и j_{C_i} находятся графоаналитическим методом по эпюрам функций чувствительности уровня риска к рискообразующим факторам (рис. 5)

Подстановкой линейной свертки – результата линеаризации бинарной матричной свертки (4), в линейную свертку (3) получаем искомую модель комплексного оценивания рисков (5).

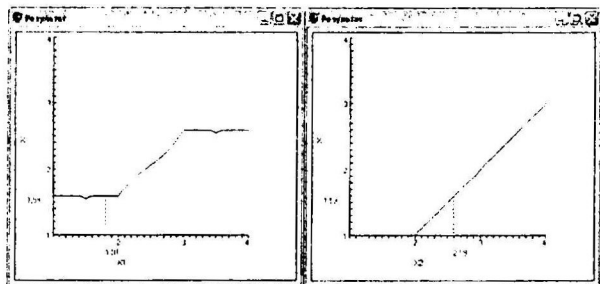


Рис. 5. Определение коэффициентов линеаризации и ϵ -области на основе эпюры функций чувствительности в точке $X_P(P_1) = 1,81$ и $X_C(C_1) = 2,59$

Выражение искомой свертки для примера (табл. 4) принимает вид $\Delta R = 0,35 \cdot \Delta X_C(C_1) + 0,24 \cdot (0,8 \cdot \Delta X_C(C_2) + 0,1 \cdot \Delta X_P(P_2)) + 0,41 \cdot (\Delta X_C(C_3) + \Delta X_P(P_3))$.

Выражение (5) можно использовать на этапе качественного анализа рисков и в роли целевой функции в задачах обоснования оптимальных решений при управлении рисками, где необходимо обеспечить эффективность целевого расходования средств, что является содержанием количественного анализа рисков.

4. Разработаны интеллектуальные технологии обоснования ставок дисконтирования и капитализации, отличающиеся формированием поправок на риск с использованием комплексной оценки риска и процедуры согласования стандартной шкалы комплексного оценивания со шкалами поправок на риск инвестора и заказчика.

Взамен кумулятивного подхода ставки дисконтирования R_d и капитализации R_k устанавливаются на основе агрегирования n уровней рисков в комплексный уровень R с учетом субъективного мнения инвестора и последующим приведением полученного результата к шкале процентных ставок на премирание.

Интеллектуальные технологии обоснования ставок дисконтирования предложено осуществлять в соответствии с алгоритмом, на первом этапе которого матричной сверткой определяется комплексный уровень риска.

Шаг 1. Определение типа инвестора по отношению к рисковым событиям и соответствующей универсальной модели комплексного оценивания факторов риска (табл. 2, 3).

Шаг 2. Сертификация матричной свертки с целью проверки адекватности инвестором выбранной матрицы риска. Если инвестор не подтверждает выбор, то повторяется шаг 1.

Шаг 3. Построение функций приведения рискообразующих параметров факторов риска проекта к стандартной шкале матрицы риска.

Шаг 4. Экспертное оценивание значений рискообразующих параметров проекта для каждого фактора риска.

Шаг 5. Определение уровней риска с учетом двойственности (рис. 2, б).

Шаг 6. Определение текущего комплексного уровня риска проекта R' на основе модифицированного метода взвешенных коэффициентов (3).

Второй этап разработанной технологии осуществляется приведением полученного результата к шкале процентных ставок на премирование.

Шаг 7. Построение инвестором матрицы свертки уровня безопасности проекта X_6 , имеющего обратную шкалу по сравнению с комплексным уровнем риска R : $X_6 = 5 - R$, с уровнем премирования $X_п$ в комплексный критерий уровня инвестиционной привлекательности проекта $X_{ип}$ (рис. 6).

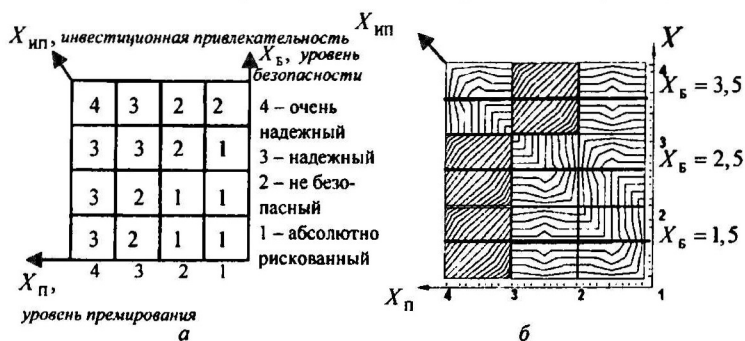


Рис. 6. Матрица (а) и ее топологическое представление (б) свертки уровня премирования и уровня безопасности в комплексную оценку «инвестиционная привлекательность»

Шаг 8. Построение функции чувствительности для полученной матрицы свертки аргумента $X_п$ в качественной форме $X_{ип}(X_п) \Big|_{X_6^* = 5 - R'}$ при заданном значении уровня безопасности X_6^* (рис. 7, а).

Шаг 9. Построение функций приведения уровня премирования инвестора $X_п^и(r^и)$ и заказчика $X_п^з(r^з)$, характеризующихся прямой и обратной шкалами соответственно, отличающихся размерами области определения (у инвестора она шире, (рис. 7, б) и используемых при анализе возможности достижения консенсуса по вопросу обоснования процентной ставки r .

Шаг 10. Достижение равновесия (решения игры), необходимого для окончательного определения процентной ставки r , осуществляется рассмотрением его возможных вариантов, ограниченных вертикалями d – безрисковой ставкой и D – максимальным значением, на которое готов пойти заказчик (рис. 7, б и 8). Если ни один из допустимых вариантов не устраивает обе стороны, перед заказчиком возникает задача снижения уровня риска (повышения уровня безопасности), которая может иметь оптимальное решение с учетом предпочтений инвестора. В случае успешного решения данной задачи этот шаг должен повториться с целью обоснования взаимоприемлемой процентной ставки дис-

контирования $Rd = r$. Если инвестор представляет собой коллективный орган, то согласованное мнение его членов относительно требуемых размеров премирования можно установить путем использования механизма активной экспертизы с целью уменьшения возможности манипулирования результатом.

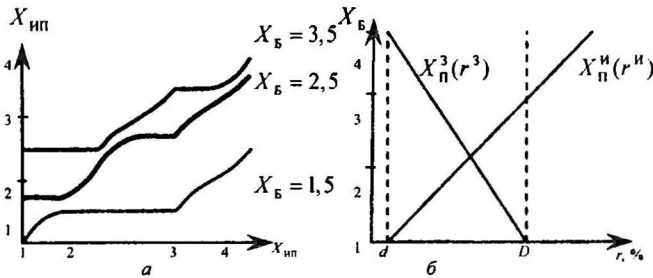


Рис. 7. Функции чувствительности инвестиционной привлекательности проекта при заданном уровне безопасности (а); функции приведения уровня премирования инвестора и заказчика (б)

Технология обоснования ставки капитализации отличается от вышеизложенной дополнительным шагом (шаг 11) определения нормы возврата на капитал Rr за t периодов, например, методом Инвуда.

$$Rk = Rd + Rr = Rd + \frac{Rd}{(1 + Rd)^t - 1}. \quad (6)$$

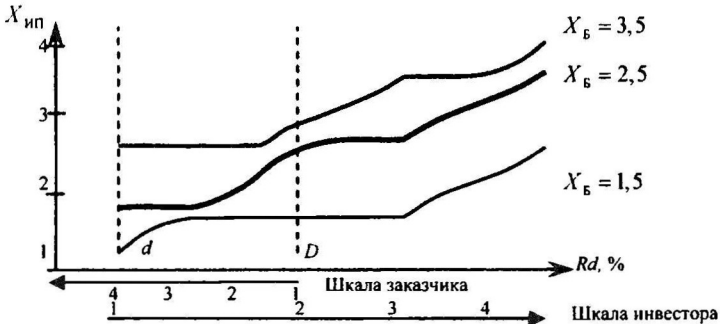


Рис. 8. Функции чувствительности в количественной форме аргумента

Технологии обоснования ставок дисконтирования реализованы в Пермском филиале АКБ «Транскапиталбанк» (ЗАО) с целью анализа уровня риска инвестиционных проектов и целесообразности их кредитования.

5. Разработана интеллектуальная технология управления рисками, отличающаяся оптимизацией расходов заказчика по снижению уровня риска в рамках предпочтений инвестора.

Решение задачи оптимизации расходов заказчика на управление рисками концептуально представлено на рис. 9.

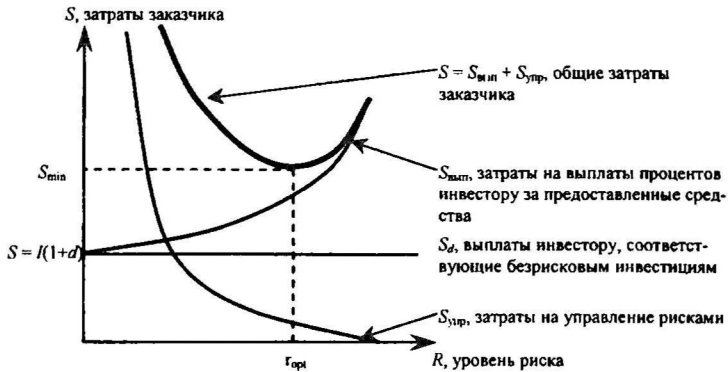


Рис. 9. Постановка задачи оптимизации расходов на управления рисками

Достижение минимума суммарных расходов заказчика на погашение инвестиций, премию инвестору за риск и собственное управление рисками на основе разработанной технологии иллюстрируется на примере строительства многоэтажного жилого дома в группе строительных компаний ООО «Трест первый», г. Пермь.

Исходные данные задачи: требуемая сумма инвестиций для реализации проекта равна 141 654 тыс. руб., безрисковая ставка d как среднее значение доходности облигаций федерального займа на момент оценки проекта составляет 8 %, максимальная процентная ставка D строительной компании – 15 %. В качестве методов управления рисками выбраны: страхование строительно-монтажных работ (m1), строительных машин и оборудования (m2); активный маркетинг в СМИ (m3); резервирование на случай непредвиденных расходов (m4) и комбинации этих методов.

Премия за риск r определена кумулятивным методом обоснования ставки дисконтирования, модифицированным на основе многофакторной модели риска с учетом предпочтений инвестора и оптимального управления рисками со стороны заказчика, что иллюстрируется примером, представленным рис. 10.

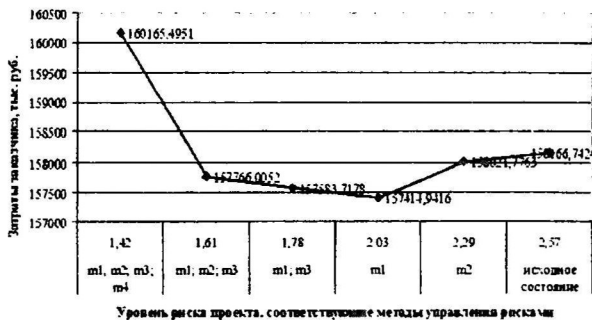


Рис. 10. Оптимизация расходов на управления рисками

Из рис. 10 видно, что оптимальным решением заказчика (m1) будет вложение в управление рисками 1014 тыс. руб. Экономия выплат инвестору со-

ставит 3283 тыс. руб., а общая эффективность управления рисками достигнет 2268 тыс. руб.

Управление рисками позволяет снизить ставку дисконтирования. Это приводит к повышению показателей экономической эффективности инновационно-инвестиционных проектов. При снижении ставки дисконтирования растет чистый дисконтированный доход (чистая приведенная стоимость – NPV), увеличивается интервал между расчетной ставкой дисконтирования и внутренней нормой доходности (IRR). Уменьшается и дисконтированный срок окупаемости (DPP), что в целом приводит к повышению привлекательности и надежности инновационно-инвестиционных проектов.

При обосновании ставки дисконтирования инновационных проектов эффективность управления рисками предлагается оценивать по изменению показателей экономической эффективности инвестиций, например, чистой приведенной стоимости NPV в сопоставлении с уровнями затрат S' на вариант t управления рисками

$$NPV' - NPV = \sum_{b=0}^B \frac{CF_b}{(1 + Rd + \Delta Rd')^b} - \sum_{b=0}^B \frac{CF_b}{(1 + Rd)^b} \geq S' \geq 0, \quad (7)$$

где CF_b – поток денежных средств за период b , $\Delta Rd'$ – изменение ставки дисконтирования, с учетом изменения поправок на риск $\Delta r'$ вследствие снижения его уровня $\Delta R'$.

Задача выбора наилучшего варианта управления рисками для данного показателя t_{opt}^{NPV} формулируется следующим образом:

$$t_{opt}^{NPV} = Ind_t \max_m \left(\frac{NPV' - NPV}{S'} \right). \quad (8)$$

Для расчетного примера изменение чистой приведенной стоимости проекта NPV с учетом вариантов управления рисками выбранными методами (см. рис. 10) представлено в табл. 5. Выбор эффективного управленческого решения осуществляется в соответствии с выражением (8).

Из табл. 5 видно, что вложенные в управление рисками 1014 тыс. руб. увеличивают показатель чистой приведенной стоимости проекта на 531 тыс. руб. Это составляет 52 % от вложенной суммы на страхование строительно-монтажных работ.

Предложенные интеллектуальные технологии управления рисками представляют интерес для задач оценки недвижимости и бизнеса.

При оценке недвижимости эффективность управления рисками предлагается оценивать по изменению стоимости объекта недвижимости.

В сопоставлении с уровнями затрат S' на вариант t управления рисками изменение стоимости объекта недвижимости составит

$$C_{он}' - C_{он} = \frac{ЧОД_{год}}{Rk + \Delta Rk'} - \frac{ЧОД_{год}}{Rk} \geq S' \geq 0, \quad (9)$$

где $C_{он}'$ и $C_{он}$ – стоимость объекта недвижимости с учетом и без разработанных управленческих решений t , направленных на снижение риска $\Delta R'$; $ЧОД_{год}$ – чистый операционный доход, который объект недвижимости может

принести в течение года; $\Delta Rk'$ – изменение ставки капитализации вследствие изменения ставки дисконтирования.

Таблица 5

Расчетный пример задачи оптимизации по увеличению показателя экономической эффективности инвестиций – NPV

Методы управления рисками	R Комплексный уровень риска, шкала КО	Rd Ставка дисконтирования проекта, %	$S_{упр}$ Затраты на управление рисками, тыс. руб.	NPV Чистая приведенная стоимость проекта, тыс. руб.	$t_{опт}^{NPV}$ Критерий эффективности управления
Исходное состояние	2,57	15	0	82 665	0
m1	2,03	12	1014	83 196	0,52
m2	2,29	14	762	82 937	0,36
m1; m3	1,78	11	2016	83 447	0,39
m1; m2; m3	1,61	11	2778	83 622	0,34
m1;m2;m3;m4	1,42	10	5778	83 805	0,20

Таким образом, при оценке недвижимости задача выбора наилучшего варианта $t_{опт}^C$ по аналогии с выражением (8) формулируется следующим образом:

$$t_{опт}^C = Ind, \max_m \left(\frac{C'_{он} - C_{он}}{S^t} \right). \quad (10)$$

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В ходе исследования получены следующие результаты и выводы.

1. Предложенная концепция моделирования многофакторных рисков на основе интеллектуальных технологий может служить методологическим базисом повышения эффективности инновационной деятельности предприятий.

2. Интеллектуальные технологии разработки моделей рисков с учетом их двойственности и субъективизма лица, принимающего решения являются эффективным инструментальным средством качественного анализа многофакторных рисков.

3. Обоснование ставки дисконтирования и ставки капитализации на основе многофакторных моделей риска является эффективным методом количественного анализа предпринимательских рисков.

4. Достоверность полученных результатов обеспечена логически выстроенной поэтапной методикой разработки матричных моделей двойственности риска и инвестиционной привлекательности проекта в соответствии с типом инвестора и вычислительным экспериментом – комплексной сертификацией. Она подтверждает адекватность моделей прототипам по принципу обратной связи.

5. Возможность достижения равновесия в игре инвестора с заказчиком как условие инвестиционной реализуемости инновационного проекта поддер-

живается согласованием стандартной шкалы комплексного оценивания со шкалами поправок на риск обоих игроков.

По теме исследования опубликована 21 работа, в том числе 5 работ в ведущих рецензируемых журналах, определенных ВАК РФ.

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Харитонов В.А., Алексеев А.О., Елохова И.В. Ните-оптимальное управление многофакторными рисками инновационных проектов // Вестн. Сам. гос. экон. ун-та. Экономика. – 2010. – № 6 (68). – С. 95–101.
2. Лыков М.В., Алексеев А.О., Харитонов В.А. Инновационные технологии управления конкурсной деятельностью // Вестн. Сам. гос. экон. ун-та. Экономика. – 2010. – № 6 (68). – С. 36–40.
3. Харитонов В.А., Новопашина Е.И., Алексеев А.О. Двухэтапное управление многофакторными рисками в задачах обоснования ставки капитализации // Недвижимость: экономика, управление. – 2010. – № 2 (3–4). – С. 27–31.
4. Белых А.А., Шайдулин Р.Ф., Гуреев К.А., Харитонов В.А., Алексеев А.О. Принцип многомодельности в задаче моделирования индивидуальных предпочтений // Управление большими системами. Специальный выпуск 30.1 «Сетевые модели в управлении». – М.: ИПУ РАН, 2010. – С. 128–143.
5. Харитонов В.А., Алексеев А.О. Сетевые механизмы анализа многофакторных рисков // Управление большими системами. Специальный выпуск 30.1 «Сетевые модели в управлении». – М.: ИПУ РАН, 2010. – С. 197–218.

Монография:

6. Интеллектуальные технологии обоснования инновационные решений: монография / Харитонов В.А. [и др.]; под ред. В.А. Харитонова. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – 363 с.

В других изданиях:

7. Алексеев А.О. Система оценивания интегрального уровня риска в многофакторных задачах управления // Строительство, Архитектура. Теория и практика: тез. докл. аспирантов, молодых ученых и студентов на науч.-практ. конф. строительного факультета (г. Пермь, 4–5 декабря 2007 г.). – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – С. 204–205.
8. Алексеев А.О., Харитонов В.А. Модель комплексного оценивания уровня риска в многофакторных задачах управления // Теория активных систем-2007: тр. междунар. науч.-практ. конф. «Управление большими системами-2007». – М.: ИПУ РАН, 2007. – С. 202–205.
9. Алексеев А.О., Шайдулин Р.Ф. Расширение функциональных возможностей механизмов комплексного оценивания // Теория активных систем-2007: тр. междунар. науч.-практ. конф. «Управление большими системами-2007». – М.: ИПУ РАН, 2007. – С. 205–208.
10. Лыков М.В., Харитонов В.А., Алексеев А.О. Система сертификации моделей предпочтений // Инновационный потенциал аграрной науки – основа развития АПК: материалы всерос. науч.-практ. конф., Пермь, 21 нояб. 2008 г. – Пермь: Изд-во ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2008. – Ч. II. – С. 232–237.

11. Алексеев А.О., Стаматин В.И., Харитонов В.А. Моделирование согласованных предпочтений с использованием механизмов активной экспертизы // Инновационный потенциал аграрной науки – основа развития АПК: материалы всерос. науч.-практ. конф., Пермь, 21 ноября 2008 г. – Пермь: Изд-во ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2008. – Ч. II. – С. 237–241.

12. Алексеев А.О. Определение ставки капитализации в многофакторной задаче риска // Актуальные проблемы экономики и управления на предприятиях машиностроения, нефтяной и газовой промышленности в условиях инновационно-ориентированной экономики: сб. тез. всерос. науч.-практ. конф. (Пермь, 27–28 сент. 2009 г.). – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – С. 122–125.

13. Харитонов В.А., Алексеев А.О. Многофакторные модели рисков с учетом предпочтений ЛПР // Сборник трудов VI Всерос. школы-семинара молодых ученых «Управление большими системами». – Ижевск: Бон Анца, 2009. – Т. I. – С. 27–31.

14. Харитонов В.А., Алексеев А.О. Количественный анализ уровней риска на основе универсальной бинарной модели предпочтения ЛПР // Вестн. Перм. ун-та. Серия «Экономика». – 2009. – № 2 (2). – С. 13–23.

15. Алексеев А.О., Белых А.А., Шайдулин Р.Ф. Сертификация матричных моделей предпочтений // Теория активных систем: тр. междунар. науч.-практ. конф. (г. Москва, 17–19 нояб. 2009 г.); под. общ. ред. В.Н. Буркова, Д.А. Новикова. – М.: ИПУ РАН, 2009. – Т. I. – С. 178–182.

16. Алексеев А.О., Харитонов В.А. Моделирование рисков на основе матричной свертки рискообразующих параметров // Теория активных систем: тр. междунар. науч.-практ. конф. (г. Москва, 17–19 ноября 2009 г.); под общ. ред. В.Н. Буркова, Д.А. Новикова. – М.: ИПУ РАН, 2009. – Т. II. – С. 66–69.

17. Алексеев А.О. Неманипулируемое премирование за риски // Стратегическое и проектное управление: сб. науч. ст.; Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2009. – С. 101–104.

18. Алексеев А.О., Любимов А.В. Оперативное управление рисками с использованием теории игр // Стратегическое и проектное управление: сб. науч. ст.; Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2009. – С. 105–109.

19. Алексеев А.О. Управление многофакторными рисками // Управление большими системами: материалы VII Всерос. школы-конф. молодых ученых Перм. гос. техн. ун-та. – Пермь, 2010. – Т. I. – С. 128–132.

20. Лыков М.В., Алексеев А.О., Миронова Л.А., Новопашина Е.И. Проблемы адекватности моделей предпочтений // Управление большими системами: материалы VII Всерос. школы-конф. молодых ученых. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – Т. I. – С. 310–313.

Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ:

21. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009616217 «Адаптивная неманипулируемая процедура обработки результатов активного экспертного оценивания» / А.А. Белых, В.А. Харитонов, Р.Ф. Шайдулин, М.И. Мелехин, А.О. Алексеев, от 11 нояб. 2009.

Подписано в печать 18.11. 2010. Формат 60×90/16.
Усл. печ. л. 1,5. Тираж 100 экз. Заказ № 245/2010.

Издательство
Пермского государственного технического университета
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.
Тел.: (342) 219-80-33

